

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-224050

(43)Date of publication of application : 03.09.1993

(51)Int.Cl.

G02B 6/12

(21)Application number : 04-026698

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 13.02.1992

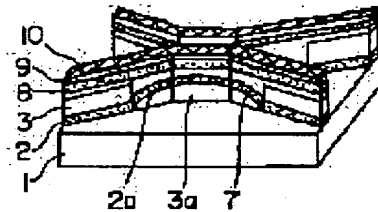
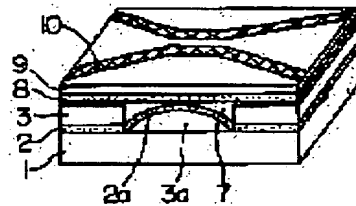
(72)Inventor : HATTORI TETSUYA
SEMURA SHIGERU

(54) DIRECTIONAL COUPLER AND PRODUCTION THEREOF

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide the directional coupler which can integrate devices at a large scale and has stable optical coupling characteristics and the process for production thereof.

CONSTITUTION: The optical coupling region of a lower optical waveguide layer 2 is removed. A clad layer 3a lifted in a perpendicular direction while exposing the removed end face of the lower optical waveguide layer 2 is formed in this removed region. An optical waveguide coupling layer 2a coupling the exposed and removed end face of the lower optical waveguide layer 2 is formed on the clad layer 3a lifted in the perpendicular direction. A second clad layer 7 is formed at a prescribed thickness on the coupled lower optical waveguide layer 2. An upper optical waveguide layer 8 optically coupling to the optical waveguide coupling layer 2a is formed on this second clad layer 7. A third clad layer 9 is formed thereon. Finally, waveguide patterns are formed by etching using metallic patterns 10 as a mask.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-224050

(43)公開日 平成 5 年(1993) 9 月 3 日

(51)Int.Cl.⁵

G 0 2 B 6/12

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

D 7036-2K

A 7036-2K

M 7036-2K

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平4-26698

(22)出願日 平成 4 年(1992) 2 月 13 日

(71)出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 33 号

(72)発明者 服部 哲也

神奈川県横浜市栄区田谷町 1 番地 住友電

気工業株式会社横浜製作所内

(72)発明者 瀬村 滋

神奈川県横浜市栄区田谷町 1 番地 住友電

気工業株式会社横浜製作所内

(74)代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外 3 名)

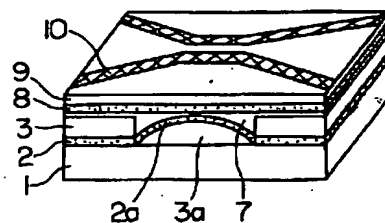
(54)【発明の名称】 方向性結合器およびその製造方法

(57)【要約】

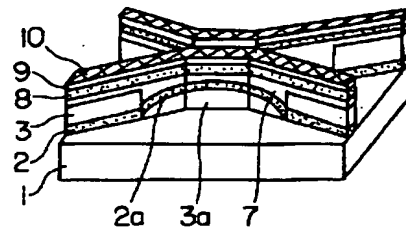
【目的】 装置の高集積化が図られ、しかも光結合特性が安定した方向性結合器およびその製造方法を提供することを目的とする。

【構成】 下部光導波路層 2 の光結合領域を除去する。この除去領域に下部光導波路層 2 の除去端面を露出しつつ鉛直方向に持ち上がったクラッド層 3 a を形成する。下部光導波路層 2 の露出した除去端面を結合する光導波路結合層 2 a を鉛直方向に持ち上がったクラッド層 3 a 上に形成する。この結合された下部光導波路層 2 上に所定の厚さに第 2 のクラッド層 7 を形成する。この第 2 のクラッド層 7 上に光導波路結合層 2 a と光結合する上部光導波路層 8 を形成し、この上に第 3 のクラッド層 9 を形成する。最後に、金属パターン 10 をマスクとするエッチングにより導波路パターンを形成する。

(q)



(r)



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 鉛直方向に持ち上がった領域を有する第1のクラッド層と、この第1のクラッド層上に形成された鉛直方向に持ち上がった領域を有する第1のコア層と、この第1のコア層上に所定の厚さに形成された第2のクラッド層と、この第2のクラッド層上に形成され前記第1のコア層の持ち上がった領域に光結合する第2のコア層と、この第2のコア層上に形成された第3のクラッド層とを備え、

前記第3のクラッド層、前記第2のコア層、前記第2のクラッド層および前記第1のコア層の各一部が除去されて水平方向に近接した領域を有する少なくとも2本の導波路パターンに形成されている光導波路の光入出力端が鉛直方向に並んだ方向性結合器。

【請求項2】 第1のクラッド層上に第1のコア層を形成する工程と、この第1のコア層の光結合領域を除去して前記第1のクラッド層を一部露出させる工程と、露出したこの第1のクラッド層上に前記第1のコア層の除去端面を露出しつつさらにクラッド材料を形成して露出した前記第1のクラッド層を鉛直方向に持ち上がらせる工程と、前記第1のコア層の露出した除去端面を結合するコア結合層を鉛直方向に持ち上がった前記第1のクラッド層上に形成する工程と、結合されたこの第1のコア層上に所定の厚さに第2のクラッド層を形成する工程と、この第2のクラッド層上に前記コア結合層と光結合する第2のコア層を形成する工程と、この第2のコア層上に第3のクラッド層を形成する工程と、この第3のクラッド層、前記第2のコア層、前記第2のクラッド層および前記第1のコア層の各一部を除去して水平方向に近接した領域を有する少なくとも2本の導波路パターンを形成する工程とを備えた光導波路の光入出力端が鉛直方向に並んだ方向性結合器の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は通信情報処理に用いられる光学部品である方向性結合器およびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来の方向性結合器は一般的に2本の光導波路が同一基板面上に形成され、各光導波路の一部に相互に近接した導波路領域を有している。この近接領域において光結合が生じ、一方の導波路を伝送する光が他方の導波路に分配される。この際、各導波路に導入および導出される光の各入出力端、すなわち入射ポートおよび出射ポートは同一基板面上に位置しており、これら各ポートは1次元アレイ状に配置されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記従来の方向性結合器においては、各光導波路の入射、出射ポートが上記のように基板の同一水平面上に形成されて

2

いるため、1つの基板面上に形成することのできる方向性結合器の数には限度があった。このため、高集積化することは困難であり、このような方向性結合器を多数用いて装置を構成すると装置は大形化してしまう。

【0004】 また、従来の方向性結合器の結合特性は、近接領域における各光導波路間の距離に依存する。この各光導波路間の距離は導波路形成のためのマスクパターンの幅寸法に依存するが、このマスクパターンの幅寸法は制御性が悪く、精度よく形成することはできない。このため、従来の方向性結合器の結合特性は、このマスクパターンの幅寸法の変動の影響を受けて変わりやすかった。

【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明はこのような課題を解消するためになされたもので、鉛直方向に持ち上がった領域を有する第1のクラッド層と、この第1のクラッド層上に形成された鉛直方向に持ち上がった領域を有する第1のコア層と、この第1のコア層上に所定の厚さに形成された第2のクラッド層と、この第2のクラッド層上に形成され第1のコア層の持ち上がった領域に光結合する第2のコア層と、この第2のコア層上に形成された第3のクラッド層とを備え、これら第3のクラッド層、第2のコア層、第2のクラッド層および第1のコア層の各一部が除去されて水平方向に近接した領域を有する少なくとも2本の導波路パターンに形成され、光導波路の光入出力端が鉛直方向に並んだ方向性結合器が構成されているものである。

【0006】 また、第1のクラッド層上に第1のコア層を形成する工程と、この第1のコア層の光結合領域を除去して第1のクラッド層を一部露出させる工程と、露出したこの第1のクラッド層上に第1のコア層の除去端面を露出しつつさらにクラッド材料を形成して露出した第1のクラッド層を鉛直方向に持ち上がらせる工程と、第1のコア層の露出した除去端面を結合するコア結合層を鉛直方向に持ち上がった第1のクラッド層上に形成する工程と、結合されたこの第1のコア層上に所定の厚さに第2のクラッド層を形成する工程と、この第2のクラッド層上に上記コア結合層と光結合する第2のコア層を形成する工程と、この第2のコア層上に第3のクラッド層を形成する工程と、これら第3のクラッド層、第2のコア層、第2のクラッド層および第1のコア層の各一部を除去して水平方向に近接した領域を有する少なくとも2本の導波路パターンを形成する工程とを備え、光導波路の光入出力端が鉛直方向に並んだ方向性結合器を製造するものである。

【0007】

【作用】 第1のコア層および第2のコア層は鉛直方向に重なって形成されるため、光導波路となる各コア層の光入出力端は2次元状に並ぶようになり、方向性結合器の基板面上に占める面積は縮小する。また、光結合特性を決

める各コア層間の距離は、鉛直方向に持ち上がった第1のコア層と第2のコア層との間に介在する第2のクラッド層の層の厚さによって定まる。

【0008】また、このような方向性結合器は一連の製造工程を経ることによって実現される。

【0009】

【実施例】図1から図5は本発明の一実施例による方向性結合器の製造方法を示す工程断面図である。以下、これら図面を参照して本実施例による方向性結合器の製造方法について説明する。

【0010】まず、純粋石英からなる基板1上にゲルマニウムが添加された石英が火炎堆積(FHD)法によって堆積され、約 $10\mu\text{m}$ の厚さに下部光導波路層(第1のコア層)2が形成される(図2(a)参照)。石英基板1は第1のクラッド層に相当する。次に、光導波路の近接領域になる部分、つまり光結合が行われる領域に相当する下部光導波路層2がドライエッチングにより部分的に除去される(同図(b)参照)。この結果、光結合領域下にある石英基板1が一部露出する。次に、各光導波路を隔てると共に曲りクラッド層を形成するためのクラッド層3が純粋石英を用いて約 $30\mu\text{m}$ の厚さに形成される(同図(c)参照)。次に、下部光導波路層2の除去領域に対応したクラッド層3上に $1\sim 2\mu\text{m}$ の厚さのレジスト膜4が形成される(同図(d)参照)。

【0011】次に、このレジスト膜4に熱処理が加えられることによってレジスト膜4の周端部がだれ、レジスト膜4は湾曲した形状に整形される(図3(e)参照)。次に、この整形されたレジスト膜4aの両側にレジスト壁5が $3\mu\text{m}$ 以上の厚さに形成される(同図

(f)参照)。次に、レジスト膜4aおよびレジスト壁5をマスクとしたドライエッチングが行われる。このドライエッチングはクラッド層/レジストのエッチング選択比が10に設定されて行われる。湾曲したレジスト膜4aが完全に消滅した後、さらに厚さ $10\mu\text{m}$ の層がエッチングされる。この結果、湾曲したレジスト膜4aのパターンがクラッド層3に転写され、湾曲したクラッド層3aが形成される(同図(g)参照)。この湾曲したクラッド層3aは石英基板1と共に最下部の第1のクラッド層を構成する。また、この際、下部光導波路層2の除去端面は露出する。次に、クラッド層3上にあるレジスト壁5の残部が除去される(同図(h)参照)。

【0012】次に、湾曲したクラッド層3a上にゲルマニウムが添加された石英がFHD法により約 $10\mu\text{m}$ の厚さに堆積される。このため、湾曲したクラッド層3a上に曲線状の下部光導波路結合層2aが下部光導波路層2の層厚と同じ厚さに形成される。この結果、直線状の下部光導波路層2と曲線上の結合層2aとは連結され、下部光導波路層2の除去領域間がつながる(図4(i)参照)。なお、この際、クラッド層3上には不要な結合層2aが形成される。次に、下部光導波路結合層2a上

にこれを覆うレジスト層6が形成される(同図(j)参照)。次に、クラッド層3上にある不要な結合層2aの残部がドライエッチングによって除去される(同図(k)参照)。この際、光結合領域にある湾曲した下部光導波路結合層2aはレジスト層6によって保護され、エッチングの影響を受けない。次に、必要とされる下部光導波路結合層2a上にあるレジスト層6が除去される(同図(l)参照)。

【0013】次に、結合層2a上に純粋石英からなるクラッド層7が形成される(図5(m)参照)。このクラッド層7は直線状の下部光導波路層2上に形成されたクラッド層3と共に第2のクラッド層を構成し、各光導波路を隔てる。次に、クラッド層7の表面が研磨によって水平に加工されつつ、第2のクラッド層の層厚が所定の厚さに調整される(同図(n)参照)。次に、第2のクラッド層7の水平な表面上にゲルマニウムが添加された石英がFHD法によって約 $10\mu\text{m}$ の厚さに堆積され、上部光導波路層(第2のコア層)8が形成される(同図(o)参照)。次に、この上部光導波路層8上に純粋石英からなる第3のクラッド層9が形成され、上部光導波路層8の埋込が行われる(同図(p)参照)。

【0014】次に、第3のクラッド層9上に、所定の導波路パターンを形成するための方向性結合器金属パターン10が形成される(図1(q)参照)。次に、この金属パターン10をマスクとするドライエッチングにより、第3のクラッド層9、上部光導波路層8、クラッド層7、3、下部光導波路層2および湾曲クラッド層3aの各一部がマスクパターンに沿って除去され、石英基板1上に所定形状をした導波路が形成される(同図(r)参照)。

【0015】この結果、下部光導波路層2と上部光導波路層8とからなる方向性結合器が完成する。この方向性結合器においては、下部光導波路結合層2aおよびこれに近接した上部光導波路層7間で光結合する。また、これら各光導波路の光入出力端は鉛直方向に並んでいる。すなわち、入射ポートおよび出射ポートは2次元アレイ状に形成されている。

【0016】本実施例による方向性結合器は、このように入射・出射ポートが2次元アレイ状に形成されているため、入射・出射ポートが1次元アレイ状に形成される従来の方向性結合器に比較し、1つの方向性結合器が基板上に占める面積は小さくなる。このため、1つの基板上に形成することのできる方向性結合器の数は増加し、高集積化を図ることが可能になり、装置の小形化が達成される。また、光結合特性に影響を与える下部光導波路結合層2aおよび上部光導波路層8間の距離は、これらを隔てるクラッド層7の層厚によって決定される。この層厚は、図5(n)に示される製造工程におけるドライエッチングにより、極めて制御性よく調整される。従って、マスクパターンの幅寸法の変化の影響を受けて変動

5

しやすい従来の結合特性に比較し、本実施例による方向性結合器の結合特性は極めて安定したものになる。

【0017】

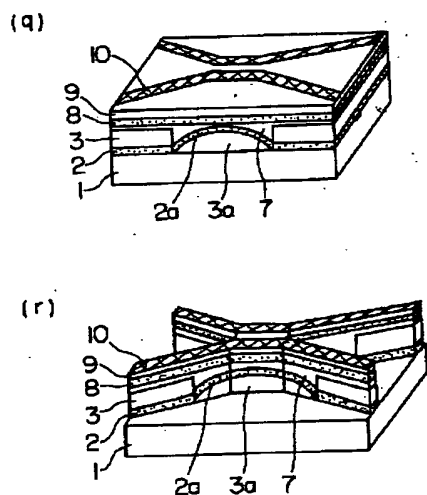
【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、第1のコア層および第2のコア層は鉛直方向に重なって形成されるため、光導波路となる各コア層の光入出力端は2次元状に並ぶようになり、導波路構造の立体化が図られ、光集積回路の積層化が可能になる。従って、光導波路となるこれら各コア層が基板上に占める面積は縮小し、装置の高集積化が図られて装置は小形化する。

【0018】また、光結合特性を決める各コア層間の距離は、鉛直方向に持ち上がった第1のコア層と第2のコア層との間に介在する第2のクラッド層の層の厚さによって定まる。この層の厚さは制御が容易であるため、方向性結合器の光結合特性は安定化する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例による方向性結合器の第5の製造工程断面図である。

【図1】



6

【図2】本発明の一実施例による方向性結合器の第1の製造工程断面図である。

【図3】本発明の一実施例による方向性結合器の第2の製造工程断面図である。

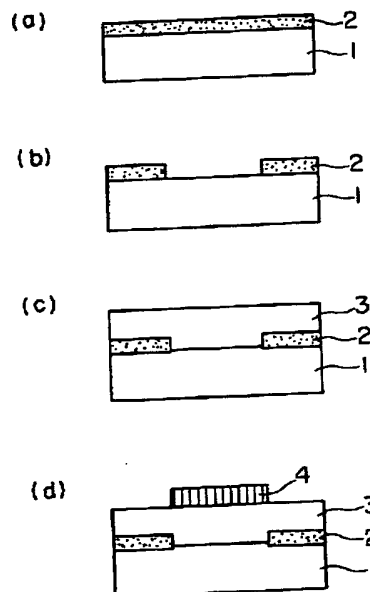
【図4】本発明の一実施例による方向性結合器の第3の製造工程断面図である。

【図5】本発明の一実施例による方向性結合器の第4の製造工程断面図である。

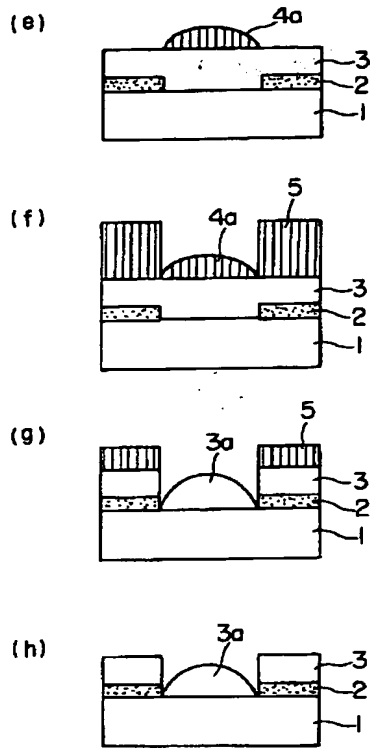
【符号の説明】

10 1…石英基板（第1のクラッド層）、2…下部光導波路層（第1のコア層）、2a…下部光導波路結合層、3…クラッド層（第2のクラッド層）、3a…湾曲したクラッド層3（第1のクラッド層）、4…レジスト膜、4a…湾曲したレジスト膜4、5…レジスト壁、6…下部光導波路結合層2aを保護するレジスト層、7…クラッド層（第2のクラッド層）、8…上部光導波路層（第2のコア層）、9…第3のクラッド層、10…方向性結合器金属パターン。

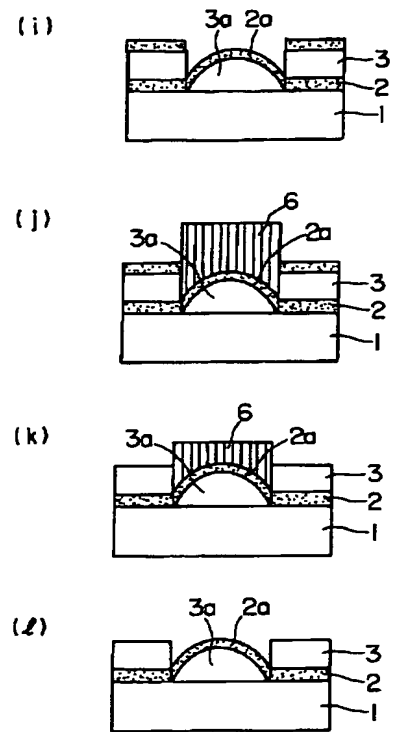
【図2】



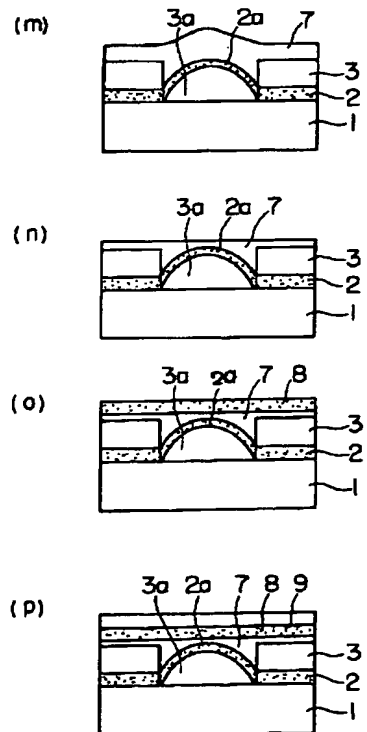
【図3】



【図4】



【図5】



THIS PAGE BLANK (USPTO)